

Anhang Ausscheidungskinetik

- Flüssigkeitszufuhr über eine Infusion (**intravenös**)

Zitate aus Zander 2023:

Im Folgenden handelt es sich um Zitate ab S. 63 [Nummern in eckigen Klammern gemäß dortigem Literaturverzeichnis]:



Die Ausscheidungs-Geschwindigkeit (Kinetik) kristalliner Infusionslösungen **nach i.V.-Infusion:**

Wenn normovolämische Probanden innerhalb von ca. 1 Stunde intravenös 1 - 3 l einer 0,9 % NaCl- (Kochsalz), Ringer-Laktat / Ringer-Azetat- oder 5 % Glukose-Lösung erhalten, dann werden davon in 4 - 6 Stunden von der 0,9% NaCl-Lösung nur 25 - 40 %, von der Laktat- bzw. Azetat-Lösung in 2 - 24 Stunden 45 - 60 % und von der 5 % Glukose-Lösung schon nach 2 Stunden 100 % ausgeschieden [86, 87, 159, 218, 315, 352]. Gleiche Ergebnisse gelten für eine Hypo- oder Hypervolämie [87].

Die Ausscheidungskinetik wird vom Natrium-Chlorid-Gehalt determiniert: Von 8,6 l zugeführter 0,9 % NaCl sind in 24 Stunden gerade mal 17 % ausgeschieden [306].

Fazit 1:

1 - 3 Liter infundiertes freies Wasser als Infusion ist nach 2 Stunden vollständig ausgeschieden, also 0,75 Liter pro Stunde, Natrium und Chlorid deutlich langsamer [136]. Eine Hyperchlorämie schränkt in Folge der Renin-Aldosteron-Suppression die Flüssigkeitselimination aus [89]. Bei exzessiver Flüssigkeitstherapie, also 5 - 50 l pro Tag, mit iso- bzw. hypotonen hyperchlorämischen Lösungen ist die maximale tägliche Urinausscheidung auf ca. 3 l limitiert (Mittelwert von 7 Serien [15, 89, 158, 168, 201, 341, 386].

Fazit 2:

Bei exzessiver **intravenöser** Flüssigkeitstherapie mit hyperchlorämischen Lösungen ist die maximale tägliche Urinausscheidung auf ca. 3 l limitiert.

- Flüssigkeitszufuhr **oral**

Zitate aus: Greenleaf 1994

Das Wasservolumen (**Körpergewicht**) normaler gesunder Menschen wird täglich auf $\pm 0,22$ % (± 165 g) reguliert (Adolph, 1943) und das Plasmavolumen schwankt um weniger als $\pm 0,6$ % (± 27 ml) des Blutvolumens (Greenleaf et al., 1979).

Diese präzise Regulierung unterstreicht das Ausmaß der integrierten Koordination zur Aufrechterhaltung der Volumina von Zellwasser, extrazellulärem Wasser und des Körpergewichts. Habener et al. (1964) untersuchten die Reaktionen normaler Männer auf eine anhaltend hohe Flüssigkeitszufuhr.

Die tägliche Wasseraufnahme nahm für jeden Probanden um 2 Liter/Woche zu, bis 8 Liter hinzukamen.

Zitate aus: Habener et al. 1964

Während eines 6,5 Stunden Wasser-Entbehrens-Tests über 2 Wochen variierte die am Morgen kryoskopisch gemessene Osmolalität „in mosmol/kg“ für jede Versuchsperson nicht mehr als ± 5 mosmol/kg, während die basale Konzentration verschiedener Personen zwischen 274 und 294 mosmol/kg lag.

Danach nahmen die vier gesunden männlichen Probanden über einen Zeitraum von vier Wochen zunehmende Mengen an Flüssigkeit auf und erreichten in der sechsten Woche eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von etwa 8,5 Litern.

Die Osmolalität am Morgen blieb nach 8 Stunden Schlaf immer zwischen 285 - 293 mosmol/kg H₂O für alle 4 Personen **konstant**, ebenso das **Körpergewicht** – einmal täglich gemessen – bei einer Ausnahme. Am späten Nachmittag fiel die Osmolalität zwischen 7 und 21 mosmol/kg H₂O. Nachts kam es 1-3 mal zur Blasen-Entleerung.

Bis Mitternacht, also ca. 16 Stunden pro Tag, wurde in der 6. Woche ein Maximum von 8,5 Liter pro Tag erreicht. In der 5. und 6. Woche kann es zu Schwindel, Diarrhoe, Mattigkeit und Benommenheit, die in wenigen Stunden nach Ende des Trinkversuchs beendet wurden.

Es werden zwei andere Autoren mit konstanter Osmolalität zitiert:

5 - 7 Liter pro Tag über 3 Tage (0,25 l/Stunde), 10 Liter pro Tag (0,41 l/Stunde) über 11 Tage und hier 8,5 Liter über 16 Stunden, d.h. 0,53 Liter pro Stunde.

Fazit 3:

Selbst bei excessiver **oraler** Wasseraufnahme ändert sich die Plasma-Osmolalität nicht, das gilt bis zu ca. **0,5 Liter pro Stunde** über mehrere Tage. Bei einer **Infusion** liegt der ähnliche Wert bei ca. **0,75 Liter pro Stunde**.

Literatur

1. Chapter 15 Environmental Issues That Influence Intake of Replacement Beverages
In: Greenleaf JE: Fluid Replacement and Heat Stress.
National Academies Press (US); Washington (DC): 1994
2. Habener JF, Dashe AM, Solomon DH:
Response of normal subjects to prolonged high fluid intake.
J Appl Physiol 1964: 19; 134-136
3. R. Zander, [Flüssigkeitstherapie](#) (2. erweiterte, korrigierte Auflage, ISBN 978-3-8440-8983-7) als PDF– Shaker-Verlag 2023
Das mehrfarbige PDF-Dokument enthält 6 Tabellen, 15 farbige Bilder und eine Literaturübersicht zu 421 alphabetisch geordnete Literaturstellen von 1948 bis 2008. Der Vorteil des PDF-Formats besteht in der Suchfunktion, d.h. unter jedem Stichwort kann im Buch recherchiert werden.